



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

DE 030256
18/04/51242

REC'D 19 JUL 2004

WIPO

PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-
gen stimmen mit der
ursprünglich eingereichten
Fassung der auf dem näch-
sten Blatt bezeichneten
europäischen Patentanmel-
dung überein.

The attached documents
are exact copies of the
European patent application
described on the following
page, as originally filed.

Les documents fixés à
cette attestation sont
conformes à la version
initialement déposée de
la demande de brevet
européen spécifiée à la
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03102230.4 ✓

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk



Anmeldung Nr:
Application no.: 03102230.4 ✓
Demande no:

Anmeldetag:
Date of filing: 18.07.03 ✓
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Philips Intellectual Property & Standards
GmbH
Steindamm 94
20099 Hamburg
ALLEMAGNE
Koninklijke Philips Electronics N.V.
Groenewoudseweg 1
5621 BA Eindhoven
PAYS-BAS

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.
If no title is shown please refer to the description.
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Vorrichtung für ein leitungsgebundenes Übertragungssystem und Verfahren zum
Reduzieren der elektromagnetischen Abstrahlung eines solchen

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)
revendiquée(s)
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

H04B1/00

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL
PT RO SE SI SK TR LI

BESCHREIBUNG

VORRICHTUNG FÜR EIN LEITUNGSGEBUNDENES ÜBERTRAGUNGSSYSTEM
UND VERFAHREN ZUM REDUZIEREN DER ELEKTROMAGNETISCHEN
ABSTRAHLUNG EINES SOLCHEN

- 5 Die Erfindung betrifft leitungsgebundene Übertragungssysteme, insbesondere solche, die eine unstrukturierte Kabelinfrastruktur aufweisen, wie beispielsweise nicht abgeschirmte Energieversorgungsleitungen oder Fernmeldeleitungen. Die Unsymmetrien dieser elektrischen Leitungen bzw. Übertragungssysteme führen zur unerwünschten Entstehung und Weiterleitung eines asymmetrischen Signals. Die Erfindung betrifft insbesondere die Reduzierung solcher asymmetrischer Signale und der von diesen erzeugten, unerwünschten elektromagnetischen Abstrahlung.

- Aus der Praxis bekannt ist das passive Filtern zur Unterdrückung des asymmetrischen Signals. Zum Erreichen der Unterdrückung ist ein Gleichtakt-Filter zwischen dem Anschluss eines
- 15 Gerätes, das das asymmetrische Signal erzeugt, und dem Eingang des Netzwerkes angeordnet. Dieses Netzwerk kann beispielsweise ein Telekommunikations-Netzwerk oder das Stromnetz sein. Dieses Gleichtakt-Filter schützt das Netzwerk vor ungewünschten asymmetrischen Signalen.

- 20 In der Leistungselektronik ist es bekannt, eine aktive Löschung des asymmetrischen Signals auszuüben, beispielsweise für die Wandler-Elektronik für Elektroantriebe.

- Die aktive Löschung von asymmetrischen Signalen wird nicht bei klassischen Telekommunikations-Anschlüssen angewandt, da das klassische Telekommunikations-Netzwerk definierte
- 25 Parameter wie beispielsweise die charakteristische Impedanz aufweist und symmetrisch ist, wodurch Filter für die asymmetrische Störspannungen optimiert werden können, da sie off-line

entwickelt werden können. So kann effektive Unterdrückung von asymmetrischen Signalen mittels passiver Elemente wirtschaftlich erzielt werden.

Die zusammengeführten Adern einer klassischen Telekommunikationsleitung sind zusammen
5 mit Blei, Metall oder Kunststoff ummantelt, wenn sie in der Erde geführt werden, oder mit
Aluminium ummantelt, für die Anwendung im Haus. Dem gegenüber sind in unsymmetrischen
Netzwerken, wie beispielsweise der Elektroinstallation in Gebäuden, die Leiter nicht abge-
schirmt, wodurch asymmetrische Ströme zur ungewünschten Abstrahlung von Störungen
führen. Diese asymmetrischen Ströme können als kapazitive Ersatzströme angesehen werden,
10 die von jedem Teil eines elektrischen Schaltkreises erzeugt werden, das einem Spannungsaus-
gleichsvorgang (dargestellt durch dV/dt) ausgesetzt ist. Die asymmetrischen Ströme breiten
sich von ihrer Quelle aus als kapazitive Verschiebestrome durch parasitäre Streukapazitäten in
Richtung ihrer Umgebung (beispielsweise das Schutzerde-Potential) aus und kehren durch die
Leiter in dem Netzkabel zurück. So formen sie eine große Signalschleife, die als effektive
15 Antennenschleife ungewünschte elektromagnetische Felder ausstrahlt. Eine solche Quelle kann
beispielsweise ein Power-Line-Communications (PLC) Transceiver mit seiner symmetrischen
Nutzsignaleinkoppelung sein.

Ausreichend hohe Unterdrückung von asymmetrischen Signalen an Telekommunikations-An-
20 schlüssen von unsymmetrischen Netzwerken wie beispielsweise dem elektrischen Netz, das
für Power-Line-Kommunikation verwendet wird, kann nicht allein durch nicht-verstellbare
passive Mittel erreicht werden, da die Asymmetrie des Netzwerkes unvorhersehbar und hoch
sein kann, und verursacht, dass Gegentakt-Nutzsignale teilweise umgewandelt werden in
ungewünschte asymmetrische Störsignale, die eine hohe ungewünschte Abstrahlung an den
25 nicht abgeschirmten Netzwerk-Adern erzeugen.

Für leitungsgebundene Breitbandkommunikations-Netzwerke wie beispielsweise xDSL,
CableTV und PLC werden in einigen Ländern Grenzwerte für die ungewünschte Strahlung

dieser Breitband-Netzwerke definiert. Die Einhaltung dieser Grenzwerte ist eine Voraussetzung für den Einsatz von Breitband-Übertragungssystemen auf elektrischen Leitungen, insbesondere solche, die eine nicht abgeschirmte Netzwerkinfrastruktur verwenden.

- 5 Diese Grenzwerte für die Abstrahlung bestimmen obere Grenzen für die Übertragungs-Pegel des Kommunikations-Systems. Beispielsweise dürfen die Pegel für eine Einspeisung der PLC-Signale in die Netzleitungen nicht zu Abstrahlungen führen, die den Funkempfang beeinträchtigen. Prinzipiell wird bei der Power-Line-Communication der 230 V-Netzspannung eine Signalspannung höherer Frequenz (> 50 Hz Wechselstrom) überlagert, welche die zu übertragende Information in geeignet modulierter Weise enthält. Die Einkopplung erfolgt bevorzugt zwischen Neutraleiter und Phase. Prinzipiell werden zwei Bereiche für die Übertragung der Nachrichten auf den Stromversorgungsleitungen unterschieden:
- a) vom Mittelspannungs- bzw. Niederspannungs-Transformator bis zum Hausanschluss,
 - b) innerhalb der Gebäude.

15

Das durch symmetrische Signale erzeugte Feld kann meistens vernachlässigt werden, da es mit wachsender Entfernung schnell abnimmt und die symmetrischen Größen im Stromversorgungsnetz wesentlich stärker gedämpft werden, als asymmetrische Größen.

- 20 Aufgrund des mechanischen Aufbaues in dem Übertragungssystem existieren parasitäre Streukapazitäten. Diese besitzen bei höheren Frequenzen eine geringe Impedanz und bilden einen Strompfad für hochfrequente Anteile des Nutzsymbols. So kann beispielsweise ein hochfrequenter Strom über metallische Gehäuse zurückfließen. Die parasitären Elemente der einzelnen Leitungen bzw. der Schaltung sind nicht abgeglichen, und es entstehen Unsymmetrien, die
- 25 bewirken, dass sich die Signale auf den Leitungen bezüglich des Betrags unterscheiden. Die resultierenden Felder löschen sich nicht mehr aus, und es kommt zu einer asymmetrischen oder auch longitudinalen Signalausbreitung. Die resultierende asymmetrische Spannung bewirkt einen Strom zwischen Leitung und Erde. Das mit dem asymmetrischen Strom verknüpfte Feld wird abgestrahlt. Dieser Effekt ist reziprok, so dass elektromagnetische

Felder anderer Systeme Störspannungen in Übertragungssysteme mit Unsymmetrien einkoppeln können (Nebensprechen). Gründe für Unsymmetrien sind beispielsweise:

- Unsymmetrien der Ausgangsstufe des Senders gegenüber Erde,
- unsymmetrische Empfänger,
- 5 - unsymmetrische Leitungen gegenüber Erde.

Die die Unsymmetrie beeinflussenden Parameter und ihre zufällige Verteilung entlang des Kabels sind variabel. Asymmetrische Störströme sind schwer zu unterdrücken und bilden die Hauptursache für ungewollte Abstrahlung. Die Unsymmetrien im Stromkreis führen zu einer

10 ungewollten Umwandlung des symmetrischen Nutzsignals in eine asymmetrische Störspannung. Da in symmetrischen Systemen in der Regel keine niederohmige Verbindung zwischen Signalleitungen und Masse existiert, fließt der asymmetrische Störstrom über die parasitären Koppelkapazitäten nach Erde. Bei kleinen Frequenzen sind diese Impedanzen hochohmig, und der Störstrom und damit das abgestrahlte Feld sind gering. Mit zunehmender

15 Frequenz steigt die asymmetrische Störspannung an. Um das Risiko der Entstehung von asymmetrischen Störspannungen in Leitungssystemen abschätzen zu können, wird ein Maß für die Unsymmetrie gegen Erde definiert. Zwei Größen zur Charakterisierung der Unsymmetrie an einer Einkoppelstelle sind der Transverse-Conversion-Loss (TCL) und der Longitudinal-Conversion-Loss (LCL). Bei der Messung des LCL wird an der Messstelle eine asymme-

20 trische Spannung E_L in das Netz eingespeist und die resultierende symmetrische Spannung V_T gemessen. Der LCL ist das logarithmische Verhältnis der gemessenen symmetrischen Spannung V_T zur eingekoppelten asymmetrischen Spannung E_L in dB entsprechend der folgenden Gleichung (1):

$$25 \quad LCL = 20 \times \log_{10} \left(\frac{V_T}{E_L} \right) \text{ dB} \quad (1)$$

Der LCL gibt den Zusammenhang zwischen symmetrischer und asymmetrischer Spannung an der Einkoppelstelle an. Somit kann er zur Abschätzung der zu erwartenden asymmetrischen Störspannungen bei einer symmetrischen Einkopplung des Nutzsignals in die Netzleitungen
5 verwendet werden.

Aufgrund der Umwandlung symmetrischer Signale in asymmetrische und der daraus resultierenden asymmetrischen Stromverteilung auf der Leitung kommt es zu der ungewollten Abstrahlung. Der Parameter LCL beschreibt, wie viel vom leitungsgebundenen, symmetrischen
10 Nutzsignal in unerwünschte asymmetrische Störsignale umgewandelt wird. Der LCL hat eine zeitliche Abhängigkeit. Diese Abhängigkeit lässt sich auf das Nutzer-abhängige Zu- oder Abschalten von Geräten sowie auf die interne Funktionsweise von Geräten zurückführen.

Bei der Messung des TCL wird an einem Vorwiderstand, dessen Wert ein Viertel des Wertes
15 der Impedanz des Testobjektes beträgt, die Spannung U_L gemessen. Dieser Widerstand ist zwischen dem Mittelpunkt der Signaleinkopplung und Erde angeordnet. Die Spannung U_L wird bei der Einspeisung einer symmetrischen Spannung U_T gemessen. Der TCL ist das logarithmische Verhältnis der gemessenen eingespeisten Spannung U_T zur gemessenen asymmetrischen Spannung U_L in dB entsprechend der folgenden Gleichung (2):

20

$$TCL = 20 \times \log \left(\frac{U_T}{U_L} \right) \text{dB} \quad (2)$$

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung anzugeben, die die Entstehung asymmetrischer Störsignale verhindert bzw. verringert und damit die elektromagnetische Abstrahlung eines
25 leitungsgebundenen Netzwerkes, z. B. aus asymmetrischen und nicht abgeschirmten Leitungen bestehend, reduziert. Es ist ferner Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren anzugeben, das die elektromagnetische Abstrahlung eines leitungsgebundenen Übertragungssystems mit nicht abgeschirmten Leitungen reduziert.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Vorrichtung, die Mittel zum Messen der Unsymmetrie des Netzwerkes an einem Einspeisepunkt aufweist sowie Mittel zum aktiven Löschen oder Reduzieren des asymmetrischen Signals.

5

In undefinierten Netzwerken wie dem elektrischen Netz verändern sich der LCL und der TCL mit der Zeit und mit dem Einspeiseort. Ein Filter-System, das fest eingestellt ist, kann auf diese Veränderungen nicht eingehen und somit nicht auf sich ändernde Unsymmetrieeigenschaften elektromagnetischen Abstrahlungen reagieren. Die Erfindung schlägt daher vor, mit geeigneten

10 Mitteln aktiv das asymmetrische Signal zu löschen oder zumindest zu reduzieren.

Die Mittel zum aktiven Löschen oder Reduzieren des asymmetrischen Signals weisen einen Regelkreis auf, der die Symmetrie des eingespeisten Nutzsymbols dahingehend beeinflusst, dass sie sich abhängig von der aktuell gemessenen Unsymmetrie des Netzwerkes verändert. Für

15 die Verwendung in einem Netzwerk mit Unsymmetrien und nicht abgeschirmten Leitungen ist nur die Verwendung von passiven Filtern zur Unterdrückung des asymmetrischen Signal bekannt. In der Leistungselektronik ist zwar die Verwendung von aktiven Elementen bekannt, nicht jedoch für Übertragungssysteme. Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass in einem Netzwerk mit unvorhersehbarem Verhalten mit aktiven und adaptiven Mitteln das

20 asymmetrische Signal weiter reduziert werden kann, als mit passiven Mitteln, und gegebenenfalls sogar gelöscht werden kann. Aktiv bedeutet in diesem Zusammenhang, dass das Verhalten der Mittel veränderbar ist.

Nach einer Ausführungsform der Erfindung weist der Regelkreis zumindest folgende Elemente

25 auf:

- einen Messfühler für den asymmetrischen Störstrom, den Leitern Phase und Neutraleiter und der Umgebungserde bzw. dem Schutzleiter fließt, sowie
- eine Summierstelle für den Vergleich des gemessenen Wertes des asymmetrischen Störstroms mit dem Sollwert für den asymmetrischen Strom.

Der Sollwert beträgt bevorzugt 0A. Der Regelkreis läuft zeitkontinuierlich oder periodisch, so dass der von dem Vergleichs erzeugte Differenzstrom mit der Zeit variiert.

- 5 Die Mittel zum aktiven Löschen oder Reduzieren des asymmetrischen Signals enthalten einen Regler, der mit dem aktuellen Sendesignal und dem Ausgangssignal des Vergleichers gespeist wird und in Abhängigkeit von den beiden Eingangssignalen zwei Ausgangssignale berechnet. Die zwei Ausgangssignale stellen eine Aufteilung des Sendesignals dar. Die Aufteilung erfolgt aus dem Grund, dass das Sendesignal aufgeteilt wird auf zwei Netzkopplungs-Vorrichtungen,
- 10 wobei die eine zwischen der Phase und Erde angeordnet ist und die andere zwischen dem Neutralleiter und Erde.

- Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist geeignet, zwei Ausgangssignale mit einer künstlichen Unsymmetrie zu erzeugen. Die künstliche Unsymmetrie wird dabei so gewählt, dass sie bei
- 15 Überlagerung mit der realen Unsymmetrie des Netzwerkes den Störstrom weitestgehend reduziert, gegebenenfalls auch auslöscht.

- Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist für leitungsgebundene Übertragungssysteme mit Unsymmetrien und nicht abgeschirmte Leitungen geeignet, die beispielsweise aus Fernmelde-
- 20 leitungen, Elektroinstallationsleitungen oder Energieversorgungsleitungen aufgebaut sind.

- Die Aufgabe der Erfindung wird außerdem durch ein Verfahren zum Reduzieren der elektromagnetischen Abstrahlung eines leitungsgebundenen Übertragungssystems mit Unsymmetrien und nicht abgeschirmten Leitungen, die entsteht, wenn Daten mit einer Frequenz oberhalb der
- 25 Netzfrequenz übertragen werden, gelöst, bei dem die aktuelle Unsymmetrie des Netzwerkes gemessen wird und aus dem Sende-Signal zwei Ausgangssignale mit einer künstlichen Unsymmetrie, die komplementär zu der des Netzwerkes ist, erzeugt werden. Künstlich bedeutet in diesem Zusammenhang, dass das eigentlich symmetrische Sende-Signal derart verändert wird,

dass es asymmetrisch ist. Mit „komplementär“ ist gemeint, dass sich einerseits die Unsymmetrie des Netzwerkes, andererseits die künstlich erzeugte Unsymmetrie aufheben, wenn sie gemischt werden.

- 5 Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren liegt an der Sekundärseite einer ersten Netzkopplungs-Vorrichtung eine erste Netzkopplungs-Spannung an, die der Gegentaktspannung zwischen der Phase und dem Nulleiter multipliziert mit dem Faktor a entspricht, und an der Sekundärseite einer zweiten Netzkopplungs-Vorrichtung liegt eine zweite Netzkopplungs-Spannung an, die der Gegentaktspannung zwischen der Phase und dem Nulleiter multipliziert mit dem Faktor $(1-a)$ entspricht. Wenn der Wert für a ungleich 0,5 ist, sind die beiden Sekundärspannungen beziehungsweise Netzkopplungs-Spannungen ungleich, also unsymmetrisch.

Nach einer Ausführungsform der Erfindung umfasst das Verfahren folgende Schritte:

- Messen der aktuellen Unsymmetrie des Netzwerkes,
- 15 - Vergleichen der gemessenen Unsymmetrie mit einem Sollwert,
- Einspeisen des Ergebnisses des Vergleichs in einen Regler,
- Berechnen von zwei Ausgangssignalen des Steuergerätes in Abhängigkeit von dem Ergebnis des Vergleiches und von einem eingespeisten Sendesignal,
- Regeln eines ersten Stellelementes eines ersten Senders entsprechend dem ersten
- 20 Ausgangssignal,
- Regeln des zweiten Stellelementes eines zweiten Senders entsprechend dem zweiten Ausgangssignal und
- Koppeln der durch die Regelung erzeugten, aufgeteilten Gegentaktspannung in das Netzwerk.

25

Das Messen der aktuellen Unsymmetrie des Netzwerkes kann beispielsweise durch eine induzierte Spannung in einem Strom-Messfühler erfolgen oder durch Ermitteln des LCL oder des TCL. Das Vergleichen der gemessenen Unsymmetrie mit einem Sollwert, beispielsweise Null,

kann in einer Summierstelle erfolgen. Die beiden Ausgangssignale des Steuergerätes sind die Stellgrößen für die Stellelemente der beiden Sender. Jeder der beiden Sender ist dabei mit einer Netzkopplungs-Vorrichtung verbunden.

5

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann beispielsweise für ein Sendermodem verwendet werden.

Anhand der Figur 1, die ein schematisches Blockdiagramm eines Ausführungsbeispiels zeigt, wird die Erfindung im folgenden lediglich beispielhaft erläutert.

10

Figur 1 zeigt ein schematisches Blockdiagramm eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Reduzieren der elektromagnetischen Abstrahlung eines leitungsgebundenen Übertragungssystems mit Unsymmetrien und nicht abgeschirmten Leitungen. Der unerwünschte asymmetrische Störstrom I_{cm} (Common-Mode-Current) auf der Phase P und dem Neutraleiter N induziert eine Spannung im Strom-Messfühler 1. Das Ausgabegerät 2 visualisiert den tatsächlichen Wert des Störstroms I_{cm} durch proportionale Umrechnung des von dem Strom-Messfühler 1 ermittelten Wertes für die induzierte Spannung. An der Summierstelle 3 wird der aktuelle Wert des Störstroms I_{cm} von dem Sollwert $I_{cm,sp}$ abgezogen. Der Sollwert für den asymmetrischen Strom beträgt bevorzugt 0 A. Das Ausgangssignal der Summierstelle 3, der Differenzwert I_{diff} , wird einem Regler 4 zugeführt. Eine zweite Eingangsgröße des Reglers 4 ist das Sende-Signal Tx. Auf Basis der beiden Eingangsgrößen Sende-Signal Tx und Stromdifferenz I_{diff} berechnet der Regler 4 zwei Ausgangssignale, die die beiden Sender 5 und 6 regeln. Der erste Sender 5 besteht aus einem ersten Stellelement 7, einer ersten Impedanz 8 und einem ersten Schaltmittel 9 zum Umschalten zwischen dem ersten Sende-Signal Txa und dem ersten Empfangs-Signal Rxa. Über die erste Netzkopplungs-Vorrichtung 10 wird das erste Sende-Signal Txa bei geschlossenem Schaltmittel 9 in das Netzwerk eingespeist. Auf der Sekundärseite der ersten Netzkopplungs-Vorrichtung 10 fällt eine erste Netzkopplungs-Spannung U_{NK1} ab, die der Gegentaktspannung

15

20

25

U_{dm} (Differential-Mode-Voltage) multipliziert mit dem Faktor a entspricht, gemäß folgender Gleichung (3):

$$U_{NK1} = a \times U_{dm} \quad (3)$$

5

Der zweite Sender 6 besteht aus einem zweiten Stellelement 11, einer zweiten Impedanz 12 und einem zweiten Schaltmittel 13 zum Umschalten zwischen dem zweiten Sende-Signal Txb und dem zweiten Empfangs-Signal Rxb . Über die zweite Netzkopplungs-Vorrichtung 14 wird das zweite Sende-Signal Txb bei geschlossenem Schaltmittel 13 in das Netzwerk eingespeist.

10 Auf der Sekundärseite der zweiten Netzkopplungs-Vorrichtung 14 fällt eine zweite Netzkopplungs-Spannung U_{NK2} ab, die der Gegentaktspannung U_{dm} (Differential-Mode-Voltage) multipliziert mit dem Faktor

$(a - 1)$ entspricht, gemäß folgender Gleichung (4):

$$15 \quad U_{NK2} = -(1-a) \times U_{dm} \quad (4)$$

Die sich gegenüberliegenden Ausgänge der Sekundärseiten der Netzkopplungs-Vorrichtungen 10 und 14 sind mit einem Erd- oder Masse-Anschluss 15 verbunden.

20 Punktiert dargestellt sind die beiden parasitären Streukapazitäten C_{Str1} zwischen der Phase P und dem Schutzleiter SL, sowie die zweite parasitäre Streukapazität C_{Str2} , die zwischen dem Neutralleiter N und dem Schutzleiter SL entstehen. Beide Streukapazitäten C_{Str1} und C_{Str2} sind über den Masse-Anschluss 16 des Schutzleiters SL geerdet.

25 Bevorzugt wird die Gegentaktspannung U_{dm} zwischen der Phase P und dem Neutralleiter N unsymmetrisch zwischen den beiden Sekundärseiten der ersten und der zweiten Netzkopplungs-Vorrichtungen 10 und 12 aufgeteilt, das heißt $a \neq 0,5$.

Das Steuergerät 4 regelt die Aufteilung, also den Wert a durch Verändern der Ausgangssignale AS1 und AS2. Dafür wird am Einspeisepunkt der Vorrichtung die Unsymmetrie des Netzwerkes gemessen und beispielsweise durch den Störstrom I_{cm} ausgedrückt. Die

- 5 Messung erfolgt beispielsweise durch Anlegen eines definierten, symmetrischen Vergleichssignals, bevor die beabsichtigte Datenübertragung beginnt und gleichzeitige Beobachtung der Amplitude und der Phase des resultierenden, ungewünschten und asymmetrischen Signals. Das Steuergerät 4 führt aufgrund der beobachteten Unsymmetrie dem Sendesignal eine künstliche Unsymmetrie zu. Die künstliche Unsymmetrie ist quasi komplementär zu der am
- 10 Einspeisepunkt gemessenen Unsymmetrie des Netzwerkes. Die künstliche Unsymmetrie sowie die aktuelle Unsymmetrie des Netzwerkes heben sich idealerweise auf, zumindest jedoch reduzieren sie die elektromagnetische Abstrahlung.

- Nach einer Variante der Erfindung findet die Anpassung des Sendesignals an die Unsymmetrie
- 15 des Netzwerkes periodisch in gleichmäßigen Zeitabständen statt. Gemäß einer anderen Variante der Erfindung findet eine kontinuierliche Regelung des Regelkreises statt.

- Zusammengefasst weist die erfindungsgemäße Vorrichtung aktive Mittel auf, die den Störstrom (I_{cm}) reduzieren oder löschen, um der in einem leitungsgebundenen Netzwerk, das
- 20 aus nicht abgeschirmten Leitungen wie die Stromleitungen aufgebaut ist, entstehenden elektromagnetischen Abstrahlung entgegenzuwirken. Diese aktiven Mittel erzeugen dafür eine künstliche Unsymmetrie, die komplementär zu der des Netzwerkes ist, welche kontinuierlich oder periodisch gemessen wird.

PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zum Reduzieren der elektromagnetischen Abstrahlung eines leitungsgebundenen Übertragungssystems mit Unsymmetrien und nicht abgeschirmten Leitungen, das für Breitband-Kommunikation vorgesehen ist und eine Übertragungsstrecke für ein Sendesignal aufweist, wobei die Vorrichtung Mittel zum
5 Messen der Unsymmetrie des Netzwerkes an einem Einspeisepunkt aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung Mittel zum aktiven Löschen oder Reduzieren des asymmetrischen Signals aufweist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum aktiven Löschen oder Reduzieren des asymmetrischen Signals einen Regelkreis aufweisen für die
10 Veränderung der aktuell gemessenen Unsymmetrie des Netzwerkes.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Regelkreis zumindest aufweist:
15
 - einen Messfühler (1) für den asymmetrischen Störstrom (I_{cm}), der zwischen den Leitern Phase (P) und Neutraleiter (N) und der Umgebungserde bzw. dem Schutzleiter (SL) fließt, sowie
 - eine Summierstelle (3) für den Vergleich des gemessenen Wertes des asymmetrischen Störstromes (I_{cm}) mit dem Sollwert für den asymmetrischen Strom
20 ($I_{cm,sp}$).

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum aktiven Löschen oder Reduzieren des asymmetrischen Signals einen Regler (4) aufweisen, der mit dem aktuellen Sendesignal (Tx) und dem Ausgangssignal (I_diff) der Summierstelle (3) gespeist wird und in Abhängigkeit von den Eingangssignalen (Tx, I_diff) zwei Ausgangssignale (AS1, AS2) berechnet.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass sie geeignet ist, zwei Ausgangssignale (AS1, AS2) mit einer künstlichen Unsymmetrie zu erzeugen.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das leitungsgebundene Übertragungssystem mit nicht abgeschirmte Leitungen aus Femmeldeleitungen, Elektroinstallationsleitungen oder Energieversorgungsleitungen aufgebaut ist.
7. Verfahren zum Reduzieren der elektromagnetischen Abstrahlung eines leitungsgebundenen Übertragungssystems mit nicht abgeschirmten Leitungen, die entsteht, wenn Daten mit einer Frequenz oberhalb der Netzfrequenz übertragen werden, dadurch gekennzeichnet, dass bei dem Verfahren die aktuelle Unsymmetrie des Netzwerkes gemessen wird und aus dem Sende-Signal (Tx) zwei Ausgangssignale (AS1, AS2) mit einer künstlichen Unsymmetrie, die komplementär zu der des Netzwerkes ist, erzeugt werden.

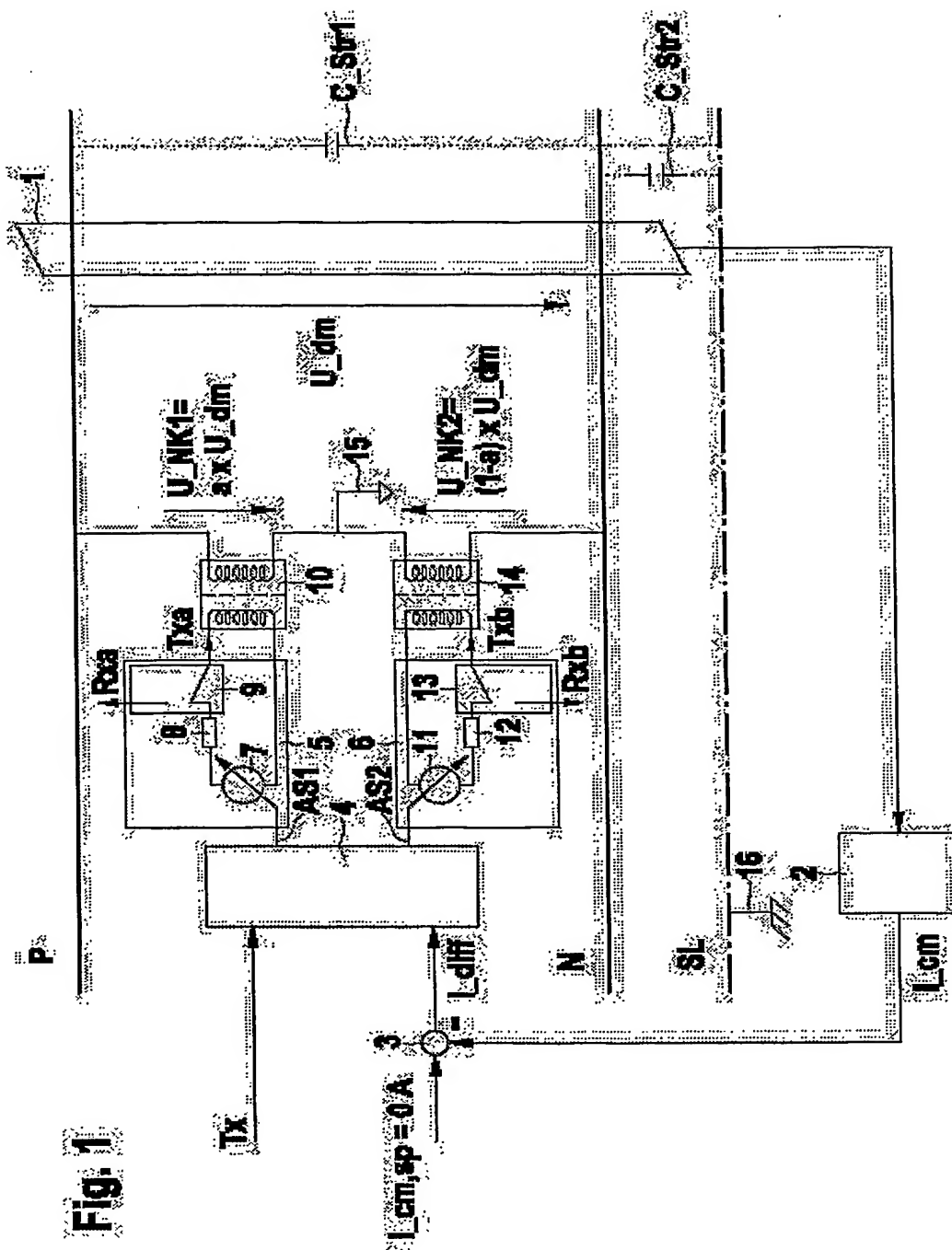
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass an der Sekundärseite einer ersten Netzkopplungs-Vorrichtung (10) eine erste Netzkopplungs-Spannung (U_{NK1}) anliegt, die der Gegentaktspannung (U_{dm}) zwischen der Phase (P) und dem Nulleiter (N) multipliziert mit dem Faktor (a) entspricht, und dass an der Sekundärseite einer zweiten Netzkopplungs-Vorrichtung eine zweite Netzkopplungs-Spannung (U_{NK2}) anliegt, die der Gegentaktspannung (U_{dm}) zwischen der Phase (P) und dem Nulleiter (N) multipliziert mit dem Faktor (1-a) entspricht.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, gekennzeichnet durch die Schritte
- Messen der aktuellen Unsymmetrie des Netzwerkes,
 - Vergleichen der gemessenen Unsymmetrie mit einem Sollwert,
 - Einspeisen des Ergebnisses des Vergleichs in einen Regler (4),
 - Berechnen von zwei Ausgangssignalen (AS1, AS2) des Reglers (4) in Abhängigkeit von dem Ergebnis des Vergleiches (I_{diff}) und von einem eingespeisten Sendesignal (Tx),
 - Regeln eines ersten Stellelementes (7) eines ersten Senders (5) entsprechend dem ersten Ausgangssignal (AS1),
 - Regeln des zweiten Stellelementes (11) eines zweiten Senders (6) entsprechend dem zweiten Ausgangssignal (AS2) und
 - Koppeln der durch die Regelung erzeugten, aufgeteilten Gegentaktspannung (U_{dm}) in das Netzwerk.

10. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 für ein Sendermodem.

ZUSAMMENFASSUNGVORRICHTUNG FÜR EIN LEITUNGSGEBUNDENES ÜBERTRAGUNGSSYSTEM
UND VERFAHREN ZUM REDUZIEREN DER ELEKTROMAGNETISCHEN
ABSTRAHLUNG EINES SOLCHEN

- 5 In einem leitungsgebundenen Netzwerk, das aus nicht abgeschirmten Leitungen wie Energieversorgungsleitungen aufgebaut ist, entsteht bei der Übertragung von Daten oberhalb der Netzfrequenz eine elektromagnetische Abstrahlung. Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist aktive Mittel auf, die den Störstrom (I_{cm}) reduzieren oder löschen. Zu diesem Zweck erzeugen diese aktiven Mittel eine künstliche Unsymmetrie, die komplementär zu der des
- 10 Netzwerkes ist, welche kontinuierlich oder periodisch gemessen wird.

(Fig. 1)



BEST AVAILABLE COPY

PCT/IB2004/051242

